

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-352342

(43)Date of publication of application : 21.12.2001

(51)Int.Cl.

H04L 12/56

H04L 12/66

H04M 3/00

(21)Application number : 2000-171157

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 07.06.2000

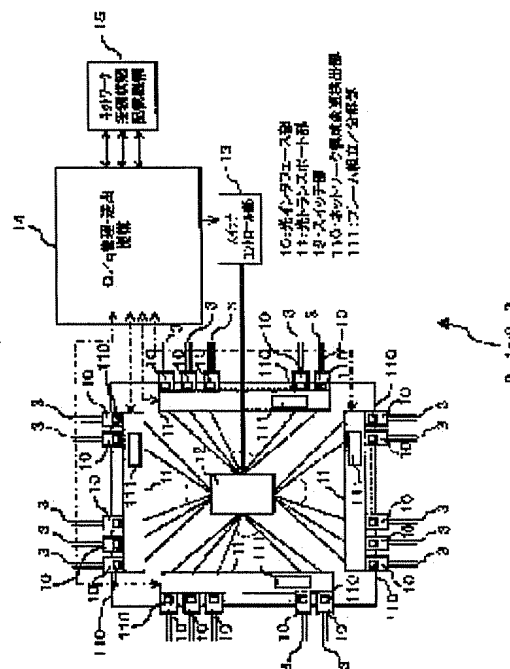
(72)Inventor : MORIYA RYUICHI
MATSUI HIDEKI
TAKEGUCHI TSUNEJI
RIKITAKE NORIHIRO
MORITA HIROTAKE

(54) NETWORK MANAGEMENT METHOD AND NETWORK NODE UNIT, AND MESH TYPE NETWORK

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a network management method by which each node unit of a network can independently, easily and flexibly set/manage a channel route satisfying a desired quality of service QoS.

SOLUTION: Each node unit 2-i is provided with a management device 14 that manages information (network service quality information Q) with respect to signal transmission paths able to be taken in the network 1 and obtained as accumulated information of sets of information (inter-adjacent node service quality information q) with respect to communication service quality among adjacent node units 2-i (i=1-N) and with a control device 13 that controls a signal transmission path selection operation in its own node unit 2-i on the basis of the network service quality information Q managed by the management device 14.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-352342
(P2001-352342A)

(43) 公開日 平成13年12月21日 (2001. 12. 21)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 4 L 12/56		H 0 4 M 3/00	D 5 K 0 3 0
12/66		H 0 4 L 11/20	1 0 2 D 5 K 0 5 1
H 0 4 M 3/00			B

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2000-171157 (P2000-171157)

(22) 出願日 平成12年6月7日 (2000. 6. 7)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72) 発明者 森谷 隆一

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 松井 秀樹

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 100092978

弁理士 真田 有

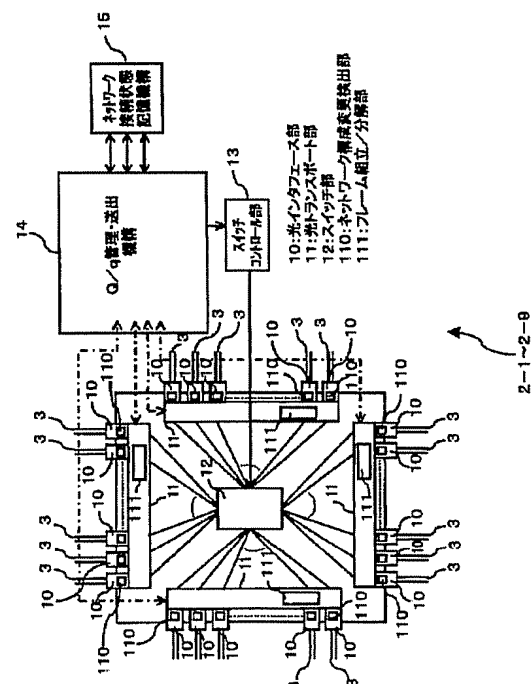
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ネットワーク管理方法及びネットワークノード装置並びにメッシュ型ネットワーク

(57) 【要約】

【課題】 所望のQoSを満足する回線ルートの設定・管理を、ネットワークを構成する各ノード装置において独立して、しかも、容易且つ柔軟に行なえるようにする。

【解決手段】 隣接ノード装置2-i (i=1~N) 間の通信サービス品質に関する情報 (隣接ノード間サービス品質情報q) の累積情報として求められる、ネットワーク1内でとりうる信号伝送経路についての通信サービス品質に関する情報 (ネットワークサービス品質情報Q) を各ノード装置2-iでそれぞれ管理する管理機構14と、この管理機構14で管理されているネットワークサービス品質情報Qに基づいて自ノード装置2-iでの信号伝送経路選択動作を制御する制御機構13とをそなえて構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のネットワークノード装置から成るネットワークにおいて、隣接ノード装置間の通信サービス品質に関する情報（以下、隣接ノード間サービス品質情報という）の累積情報として求められる、該ネットワーク内でとりうる信号伝送経路についての通信サービス品質に関する情報（以下、ネットワークサービス品質情報という）を各ノード装置でそれぞれ管理しておき、各ノード装置が、それぞれ、自己が管理している該ネットワークサービス品質情報に基づいて、自ノード装置での信号伝送経路選択動作を決定することを特徴とする、ネットワーク管理方法。

【請求項 2】 該隣接ノード間サービス品質情報を各ノード装置間で累積しながら伝達することにより該ネットワークサービス品質情報を求め、該ネットワークサービス情報を各ノード装置で管理されるべき情報として各ノード装置間で伝達することを特徴とする、請求項 1 記載のネットワーク管理方法。

【請求項 3】 隣接ノード装置間の通信サービス品質に関する情報（以下、隣接ノード間サービス品質情報という）の累積情報として求められる、ネットワーク内でとりうる信号伝送経路についての通信サービス品質に関する情報（以下、ネットワークサービス品質情報という）を管理する管理機構と、該管理機構で管理されているネットワークサービス品質情報に基づいて自ノード装置での信号伝送経路選択動作を制御する制御機構とをそなえて成ることを特徴とする、ネットワークノード装置。

【請求項 4】 該管理機構が、自ノード装置と隣接ノード装置との間の隣接ノード間サービス品質情報と隣接ノード装置から伝達されてくる隣接ノード装置管理の隣接ノード間サービス品質情報とを累積演算する隣接ノード間サービス品質情報演算機構と、自ノード装置管理の隣接ノード間サービス品質情報、もしくは、該隣接ノード間サービス品質情報演算機構による累積演算結果を隣接ノード装置へ伝達する隣接ノード間サービス品質情報伝達機構と、自ノード装置管理の隣接ノード間サービス品質情報と隣接ノード装置から伝達されてくる累積演算結果とを累積演算することにより、該ネットワークサービス品質情報を求めるネットワークサービス品質情報演算機構と、該ネットワークサービス品質情報演算機構により求められたネットワークサービス品質情報、もしくは、隣接ノード装置から伝達されてくるネットワークサービス品質情報を隣接ノード装置へ伝達するネットワークサービス品質情報伝達機構とをそなえていることを特徴とする、請求項 3 記載のネットワークノード装置。

【請求項 5】 該管理機構が、

自ノード装置に割り当てられた識別情報を隣接ノード装置への送信信号に付加する識別情報付加機構をそなえていることを特徴とする、請求項 3 記載のネットワークノード装置。

【請求項 6】 該管理機構が、隣接ノード装置からの受信信号に付加された該識別情報の組み合わせにより該信号の伝送経路を識別して該信号伝送経路を識別する経路識別機構をそなえていることを特徴とする、請求項 5 記載のネットワークノード装置。

【請求項 7】 該管理機構が、該経路識別機構によって識別された信号伝送経路と当該信号伝送経路についてのネットワークサービス品質情報との組み合わせ情報を作成・管理する組み合わせ情報作成・管理機構をそなえていることを特徴とする、請求項 6 記載のネットワークノード装置。

【請求項 8】 該管理機構が、該組み合わせ情報作成・管理機構で管理されている信号伝送経路のうち、所望のネットワークサービス品質を満足する任意の信号伝送経路を所望の通信サービスを提供するための信号伝送経路として選択することにより、該ネットワーク内の信号伝送経路の設定を行なう経路設定機構をそなえていることを特徴とする、請求項 7 記載のネットワークノード装置。

【請求項 9】 請求項 3 記載のネットワークノード装置が複数メッシュ状に接続されて成ることを特徴とする、メッシュ型ネットワーク。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、ネットワーク管理方法及びネットワークノード装置並びにメッシュ型ネットワークに関し、特に、光通信ネットワークに好適なネットワーク管理方法及びネットワークノード装置並びにメッシュ型ネットワークに関する。

【0002】

【従来の技術】現在、光通信ネットワーク（以下、単に「ネットワーク」ともいう）では、SDH（Synchronous Digital Hierarchy）やSONET（Synchronous Optical Network）などの伝送システムを核として、STM（Synchronous Transfer Mode）やATM（Asynchronous Transfer Mode）、IP（Internet Protocol）といった様々なデータ形式（プロトコル）で、音声やデータが伝送されている。また、WDM（Wavelength Division Multiplexing）技術の進歩に伴って、64波や128波といった多波長多重伝送による大容量の光通信ネットワークも実現しつつある。

【0003】一方で、近年のインターネットに象徴されるように、データトラフィックの増加とサービスの多様化に伴い、光通信ネットワークには、単なる大容量化だけでなく、ネットワークとしての信頼性やサービスに合わせた制御など、多様な要求に応えられることも重要と

なっている。また、ネットワーク構築後の容量増強（ノード追加や波長追加）にも柔軟に対応できることも必要となってきた。

【0004】例えば、ネットワークの信頼性という点に着目すると、SONETやSDHに準拠した光通信ネットワークでは、障害発生時のトラフィック保護を目的とした自動復旧ネットワークとして、ITU-T（International Telecommunication Union-Telecommunication sector）などの標準化機関によって規定されている、MSP（Multiplex Section Protection）／APS（Automatic Protection Switch）によるライン型の1+1切替ネットワークや、2F-BLSR（2-Fiber-Bidirectional Line Switched Ring）、4F-BLSR、UPSR（Uni-directional Path Switched Ring）などのリング型ネットワークがある。

【0005】ここで、一例として、ライン型1+1切替ネットワークと2F-BLSRネットワークの概要について説明する。まず、ライン型1+1切替ネットワークでは、例えば図13（A）に示すように、対向するノード装置（以下、単に「ノード」ともいう）100、200間に2対の物理回線（光ファイバ）300を設け、通常運用時には一方を現用（ワーク）回線300（W）として使用し、他方を予備（プロテクション）回線300（P）として空けておき、現用回線300（W）に障害が発生すると、図13（B）に示すように、使用回線を予備回線300（P）に切り替えることでトラフィックを保護する。

【0006】なお、このときの回線切り替えは、具体的には、各ノード100、200が、障害検出を契機に、SDH／SONETフレームのセクションオーバーヘッド（SOH）内に規定されているAPSバイト（K1、K2バイト）と呼ばれる切り替え制御情報を予備回線300（P）を通じて各ノード装置100、200間で送受することで実行される。

【0007】一方、2F-BLSRネットワークは、例えば図14（A）及び図14（C）に示すように、複数のノード装置400〔図14（A）では“A”～“D”の4台〕が、EAST方向及びWEST方向のそれぞれ1本ずつ（計2本）の物理回線（光ファイバ）500（E、W）〔図14（C）ではSTM-16（2.4 Gb/s）用〕にてリング状に接続されて構成される。

【0008】そして、このような2F-BLSRネットワークでは、各光ファイバ500（E、W）の帯域の半分をワークチャンネル、残り半分をプロテクションチャンネル（例えば、STM-16の場合は、CH. 1～16のうちCH. 1～8をワークチャンネル、残りのCH. 9～16をプロテクションチャンネル）として割り当てておき、或るノード400間〔図14（B）ではノード装置“B”～“C”〕の物理回線500に障害が発生した場合、反対方向のプロテクションチャンネルへ信

号を載せ変えて（ブリッジして）、障害点を迂回するようにすることで、トラフィックの救済を行なう。

【0009】なお、4F-BLSRネットワークの場合は、上記のような帯域分割は行なわれず、EAST方向及びWEST方向のそれぞれに現用及び予備の光ファイバ（計4本）が用意されて、光ファイバ単位で回線切り替えが実施される。また、UPSRネットワークの場合は、EAST方向及びWEST方向のそれぞれに同じ信号を流すことで回線の冗長化を図っている。ただし、いずれの場合も、ノード装置でのブリッジ処理などの回線切り替え制御は、上記SOHにおけるK1、K2バイトに基づいて実行される。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような既存の光通信ネットワークでは、現状で、次のような課題がある。

①現用回線（あるいはワークチャンネル）と同容量の予備回線（あるいはプロテクションチャンネル）を空き回線（チャンネル）として予め用意しておかなければならないため、回線使用効率が悪い。

【0011】②ネットワークにノードを新たに追加する場合、既存の経路上にしか配置できない。例えば、リング型ネットワークならリングの経路上にしか配置できない。あえて経路上以外の場所に配置する場合には、ネットワーク構成が変わるため、回線設定を全てやり直す必要がある。

③ところが、現状では、回線設定は保守者（オペレータ）による手動設定であるため、負担が大きく、また、設定ミスも生じやすい。

【0012】④回線切り替えが、ITU-Tに規定されたSOHのK1、K2バイトの状態に基づいてしか行なわれないため、通信サービス品質（QoS：Quality of Service）を考慮した柔軟な回線切り替えが行なえない。例えば、信号の送信端（始点）から受信端（終点）までの区間において満足させたいQoSがあったとして、或る隣接ノード間ではそのQoSを満足しているが、信号が複数ノード間（セクション）を経由した結果、受信端ではQoSを満足していないような場合がある。このような場合、本来はQoSを満足するよう回線切り替えが行なわれるべきだが、上記K1、K2バイトではこのような切り替えは行なわれない。

【0013】ところで、光通信ネットワークには、上記のリング型やライン型以外にもメッシュ型ネットワークが考えられる。このメッシュ型ネットワークの場合は、任意の位置に新規ノードを（追加）配置できるが、既存のSDH／SONETのシステムでは、メッシュ型ネットワークに最適な障害復旧方式が規定されていないため、既存システムを用いて実際にメッシュ型ネットワークを構築するには、例えば図15に示すように、ライン型とリング型（図15では4F-BLSR）の各ネット

ワークの組み合わせで構築するしかない。

【0014】ところが、このようにしてメッシュ型ネットワークを構築しても、そもそもライン型とリング型の複合ネットワークに過ぎないため、既存のリング型やライン型のネットワークと同様に、回線（チャンネル）の半分を予備として空けておくことになる（回線使用効率が悪い）。しかし、メッシュ型ネットワークの場合には、必ずしも回線の半分の容量を予備として空けておかなくても障害復旧が可能な場合が多い。

【0015】例えば、図15に示すノード“A”－“E”間の通信において、ノード“A”－“E”間に回線障害が発生した場合、ノード“A”－“E”間はライン型であるので、ノード“A”－“E”間の予備回線を用いることになるが、ノード“A”－“B”－“E”やノード“A”－“C”－“E”などの別経路（ルート）の空き回線（チャンネル）を用いる方法も考えられる。

【0016】しかしながら、ノード“A”－“B”－“E”やノード“A”－“C”－“E”等の回線ルートは、物理的な回線接続はなされているが、ライン型切り替えの部分とリング型切り替えの部分とに復旧動作が分かれてしまっている（復旧動作が勧告で規定されており画一的である）ため、実際には、上記のようにライン型ネットワーク上の信号をリング型ネットワークの経路を用いて伝送したり、逆に、リング型ネットワーク上の信号をライン型ネットワークの経路を用いて伝送するといった回線切り替えは行なえない。

【0017】このため、例えば、ノード“A”－“E”間の現用／予備の両回線に障害が発生した場合には、メッシュ型構造になっているに関わらず、トラフィックの救済は行なえないことになる。つまり、既存システムでは、メッシュ型ネットワークの特性を活かした冗長度（耐障害度）の高いネットワークを構築することができないのである。

【0018】本発明は、上記のような課題に鑑み創案されたもので、所望のQoSを満足する回線ルートの設定・管理を、ネットワークを構成する各ノード装置において独立して、しかも、容易且つ柔軟に行なえるようにすることで、SDHやSONETなどの既存システムにとらわれず、回線ルートの冗長度（耐障害度）を飛躍的に向上できるようにした、ネットワーク管理及びネットワークノード装置並びにメッシュ型ネットワークを提供することを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明では、隣接ノード装置間の通信サービス品質に関する情報（以下、隣接ノード間サービス品質情報という）の累積情報として求められる、ネットワーク内でとりうる信号伝送経路についての通信サービス品質情報（ネットワークサービス品質情報）を管理する管理機構と、この管理機構で管理されているネットワークサー

ビス品質情報に基づいて自ノード装置での信号伝送経路選択動作を制御する制御機構とをそなえたネットワークノード装置（請求項3；以下、単に「ノード」という）を用いて、メッシュ型ネットワーク（請求項9）を構築する。

【0020】これにより、本ネットワークでは、ネットワーク内でとりうる信号伝送経路（以下、単に「信号経路」という）についてのネットワークサービス品質情報が各ノードでそれぞれ管理され、各ノードにおいて、それぞれ、自己が管理しているネットワークサービス品質情報に基づいて、自ノードでの経路選択動作が決定されることになる。

【0021】つまり、ネットワーク内でとりうる信号経路のうち、所望のネットワークサービス品質情報を満足する信号経路を、単複に限らず、各ノードで独立して任意に選択することが可能である（請求項1）。ここで、上記の管理機構は、次のような各機構をそなえていてもよい（請求項4）。

【0022】（1）自ノードと隣接ノードとの間の隣接ノード間サービス品質情報と隣接ノードから伝達されてくる隣接ノード管理の隣接ノード間サービス品質情報とを累積演算する隣接ノード間サービス品質情報演算機構
（2）自ノード管理の隣接ノード間サービス品質情報、もしくは、隣接ノード間サービス品質情報の累積演算結果を隣接ノードへ伝達する隣接ノード間サービス品質情報伝達機構

（3）自ノード管理の隣接ノード間サービス品質情報と隣接ノード装置から伝達されてくる累積演算結果とを累積演算することにより、上記のネットワークサービス品質情報を求めるネットワークサービス品質情報演算機構
（4）上記のネットワークサービス品質情報演算機構によって求められたネットワークサービス品質情報、もしくは、隣接ノードで求められ伝達されてくるネットワークサービス品質情報を隣接ノードへ伝達するネットワークサービス品質情報伝達機構

これらの各機構を各ノードにそなえると、隣接ノード間の隣接ノード間サービス品質情報を累積しながら各ノード間で伝達し、ネットワーク内でとりうる信号伝送経路上の隣接ノード間サービス品質情報の累積情報として求められるネットワークサービス品質情報を各ノードで管理されるべき情報として各ノード間で伝達することが可能になる（請求項2）。

【0023】なお、上記の管理機構には、自ノードに割り当てられた識別情報を隣接ノード装置への送信信号に付加する識別情報付加機構や、隣接ノードからの受信信号に付加された識別情報の組み合わせによりその受信信号の信号経路を識別する経路識別機構がそなえられていてもよい。このようにすれば、各ノードは、受信信号からその信号経路を識別することができるので、各ノードは、異なる識別情報の組み合わせをもつ受信信号数によ

り、自ノードまでのネットワーク内の信号経路数を簡単に把握できることになる（請求項5、6）。

【0024】そして、このように把握した経路とその経路についてのネットワークサービス品質情報との組み合わせ情報を組み合わせ情報作成・管理機構によって作成・管理するようにすれば、ネットワーク内でとりうる全信号経路のうち、特定のネットワークサービス品質情報を満足する経路の検索が容易になり、また、様々な形態の経路設定が可能になる（請求項7）。

【0025】例えば、上述のごとく管理されている信号経路のうち、所望のネットワークサービス品質を満足する任意の信号経路を所望の通信サービスを提供するための信号経路として選択すれば、上記通信サービスのための信号経路が設定されることになる（請求項8）。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図1は本発明の一実施形態としてのメッシュ型光通信ネットワークの構成を示すブロック図であるが、この図1に示すメッシュ型光通信ネットワーク1は、例えば、SDHやSONET、デジタルラッパー（Digital Wrapper）等の信号伝送方式に準拠した複数のネットワークノード装置2-1～2-N（Nは2以上の整数で、図1の場合はN=9）が、光ファイバ等の物理回線3（以下、伝送路3ともいう）にて双方向通信可能に相互接続されて構築されている。

【0027】なお、上記の各ノード2-i（i=1～N）には、この図1中に示すように、それぞれMAC（Media Access Control）アドレスなどの全世界で1つのノードID（識別情報；例えば、便宜上、a～iとする）が割り当てられているものとする。このため、以下の説明においては、ノード2-1～ノード2-9を、それぞれ、ノードa～iと表記することがある。

【0028】また、上記の「デジタルラッパー」とは、WDM（Wavelength Division Multiplexing）技術の近年の普及に伴って検討されている、光通信ネットワークにおける新たな信号伝送方式で、SDHやSONET、STM、ATM、IPなどの様々な伝送方式を包含した既存の伝送方式に依存しない信号伝送を可能にする技術である。

【0029】具体的に、その信号フレーム構造は、「光チャンネルコンテナ（Optical Channel Container）」と呼ばれるが、例えば図2に示すように、SDHやSONETにおける信号フレーム構造とほぼ同様の構造を有している。即ち、1光チャンネルコンテナ7は、光チャンネルオーバーヘッド（0ch-OH）部4、光チャンネルペイロード〔0ch-PE（Payload Envelope）〕部5及びエラー訂正（FEC：Forward Error Correction）データ部6を有して成る。

【0030】そして、上記の0ch-OH部4には、SDHやSONETにおけるA1、A2バイトと同等の機能を果

たすフレーミングバイト（OA1、OA2バイト）など、各種保守運用のための情報が格納され、0ch-PE部4には、SDHやSONET、ATM、IP等の各種信号が格納され、FECデータ部6には、エラー訂正用のデータが格納される。このようなフレーム構造を採ることにより、「デジタルラッパー」では、既存の伝送方式に依存しない信号伝送が可能になる。

【0031】つまり、「デジタルラッパー」対応のノードは、上記のようなフレーム構造で信号の送受を行なう機能を有していることになる。なお、以下では、一例として、上記の各ノード2-iがいずれも「デジタルラッパー」対応のノードであると仮定し、これらの各ノード2-iによって、「デジタルラッパー」のメッシュ型光通信ネットワーク（以下、「メッシュ型ネットワーク」、もしくは、単に「ネットワーク」ともいう）1が構築されているものとする。

【0032】そして、本実施形態のネットワーク1では、前述したライン型ネットワークやリング型ネットワークでの回線切り替え要因として、ITU-TやBellcore等の標準化機関で定義されている情報（Loss of Signal、Loss of Frame等）や品質情報（B1、B2バイト等）以外に、「ネットワークサービス品質情報（Q）」と「隣接ノード間サービス品質情報（q）」とを新たに定義し、これらのサービス品質（QoS）情報を光チャンネルコンテナ7内（例えば、0ch-OH部4の空き領域）に格納して各ノード2-i間で伝達することにより、メッシュ型ネットワーク1において、既知のNMS（Network Management System）などによる中央制御無しに、各ノード2-iがそれぞれ独立してQoSを監視しながら所望のサービス品質に応じた回線ルート設定（信号伝送経路選択）動作を行なえるようになっている。

【0033】なお、上記の「ネットワークサービス品質情報（Q）」とは、ネットワーク1内の或る始点ノード2-iから終点ノード2-i（例えば、図1中に示すノードaからノードi）までの区間（即ち、信号のネットワーク1の入口から出口までの区間）の通信サービス品質に関する情報を表わし、「隣接ノード間サービス品質情報（q）」とは、隣接ノード2-i間の通信サービス品質に関する情報を表わす。なお、以下では、これらのQ及びqを、それぞれ、単に「経路品質Q」及び「経路品質q」と表記する場合もある。

【0034】従って、例えば図3に示すように、ノードaとノードiとの間でとりうる信号伝送経路（回線ルート）のうち、ノードa、d、g、h、iを経由する回線ルート8に着目すると、この回線ルート8についての経路品質Qは、回線ルート8を構成するノードa～d間、ノードd～g間、ノードg～h間及びノードh～i間の4つの隣接ノード間（セクション）9についての経路品質qの累積（加算）により簡易的に求められることが分かる。つまり、経路品質Qと経路品質qとの関係は、次

式(1)のように表わすことができる。

【0035】

【数1】

$$Q = \sum_{k=1}^n q_k \quad \cdots (1)$$

【0036】なお、この式(1)において、 n は信号の始点から終点までの経路セクション(隣接ノード間)数を表わす。そして、この式(1)における経路品質 q_k は、次式(2)で表すことができる。

【0037】

【数2】

$$q_k = \sum_{p=1}^m a_p b_p \quad \cdots (2)$$

隣接ノード間サービス品質情報(q)の要素

要素	内容	必要データ長	表現方法
b_1	伝送距離	4ビット	10Km単位で0000~1111までを割り当て
b_2	経由ノード数	6ビット	経由ノード数を2進数で表わす
b_3	回線使用効率	8ビット	使用率を2進数で表わす
b_4	品質	4ビット	品質(BER等)を定量化して2進数で表わす
b_5	冗長度	2ビット	冗長経路として選択できる数を2進数で表わす

【0040】

$$q_k = a_1 * (\text{伝送距離 } b_1) + a_2 * (\text{経由ノード数 } b_2) + a_3 * (\text{回線使用効率 } b_3) + a_4 * (\text{品質 } b_4) + a_5 * b_5 (\text{冗長度}) \quad \cdots (3)$$

この式(3)から、或る要素(b_p)に対する重み付け係数(a_p)を大きくすれば、 q の値はその要素(b_p)を重視した値になることが分かる。

【0041】つまり、伝送距離の短い回線ルートを設定したい場合には、重み付け係数 a_1 を大きくすれば良いし、経由ノード数の少ない回線ルートを設定したい場合には、重み付け係数 a_2 を大きくすれば良く、同様に、回線使用効率の良い回線ルートを設定したい場合には、重み付け係数 a_3 を大きくすれば良いし、通信品質の良い回線ルートを設定したい場合には、重み付け係数 a_4 を大きくすれば良く、冗長度の高い回線ルートを設定したい場合には、重み付け係数 a_5 を大きくすれば良いのである。

【0042】なお、これらの重み付け係数(a_p)については、それぞれ、後述するようにオペレータ(保守者)等による手動設定が可能である。つまり、オペレータ等によって、「伝送距離」、「経由ノード数」、「回線使用効率」、「通信品質」、「冗長度」などの所望の通信サービス品質(条件)(QoS)を満足する回線ルートの設定が可能である。また、上記の「回線使用効率」については、或る一定時間内の平均値などとして求めれば良い。

【0043】そして、本実施形態では、上記のようにして求められる経路品質 Q 及び q を、例えば、上述した光チャンネルコンテナ7における0ch-0H部4の空き領域に格納することで、ネットワーク1内の各ノード2- i 間での伝達を行なうようになっている。以上のような機能

【0038】ここで、この式(2)において、 m は経路品質 q に関する要素(パラメータ: b_p)の数、 a_p は要素 b_p に対する重み付け係数、 b_p は経路品質 q_k に含まれるサービス品質に関する数値情報を表わす。具体例を挙げると、例えば、上記の要素(b_p)を例えば次表1に示す5種類の要素($b_1 \sim b_5$)と定義した場合、或る隣接ノード間サービス品質情報 q_k は次式(3)で表わされることになる。

【0039】

【表1】

を実現するために、本実施形態の各ノード2- i は、それぞれ、例えば図4に示すように、各方路(この場合は4方路)毎に設けられた光トランスポート部11、これらの各光トランスポート部11の物理回線収容数に応じた分の光インタフェース部10をそなえるとともに、スイッチ部12、スイッチコントロール部13、 Q/q 管理・送出機構14及びネットワーク接続状態記憶機構15をそなえて構成される。

【0044】ここで、上記の各光インタフェース部10は、それぞれ、光ファイバ2を収容して光トランスポート部11とのインタフェースをとるためのものである。なお、これらの各光インタフェース部10には、例えば、隣接ノード2- i のネットワーク1からの削除を検出したり、新たな隣接ノードからの信号の受信を検出することで、隣接ノード2- i の追加を検出したりする機能(ネットワーク構成変更検出部110)もそなえられている。

【0045】また、上記の各光トランスポート部11は、それぞれ、自収容の光インタフェース部10からの入力光信号(光チャンネルコンテナ7)を終端(分解)して、0ch-PE部5に格納されているデータを取り出してスイッチ部12へ送出したり、逆に、スイッチ部12によりスイッチングされてきたデータを0ch-PE部5に格納して光チャンネルコンテナ7を組み上げて所定の光インタフェース部10を通じて伝送路2へ送出したりするためのものである。

【0046】このため、各光トランスポート部11に

は、図4中に示すように、フレーム組立／分解部111がそれぞれ備えられており、これらのフレーム組立／分解部111にて、各方路の光信号についての0ch-0H部4の終端／付け替え（挿入）処理やFECデータ部6のデータを用いたエラー訂正処理なども行なわれるようになっている。

【0047】そして、本実施形態では、これらのフレーム組立／分解部111にて、 Q/q 管理・送出機構14から送られてくる経路品質 Q もしくは経路品質 q が、光チャンネルコンテナ7における0ch-0H部4の空き領域に挿入されたり、逆に、0ch-0H部4に挿入されている経路品質 Q もしくは経路品質 q が抽出されて Q/q 管理・送出機構14へ送出されるようになっている。

【0048】また、上記のスイッチ部12は、任意の方路（光トランスポート部11）から入力されてきた光信号を任意の方路（光トランスポート部11）へ出力することができるものであり、スイッチコントロール部（制御機構）13は、このスイッチ部12のスイッチング動作〔信号伝送経路選択（ルーティング）動作〕を制御するためのもので、本実施形態では、上記の Q/q 管理・送出機構14で管理されている情報（経路品質 Q ）に基づく指示（回線ルート設定）に従って上記スイッチング動作を制御するようになっている。

【0049】そして、 Q/q 管理・送出機構（管理機構）14は、ネットワーク1内でとりうる全回線ルートについての前記「ネットワークサービス品質情報（ Q ）」と、自ノード2-iと隣接ノード2-iとの間の前記「隣接ノード間サービス品質情報（ q ）」とを管理・送出するためのものである。このため、本 Q/q 管理・送出機構14は、その要部に着目すると、例えば図5に示すように、 Q/q 送受信機構21、 Q/q 演算機構22、経路表作成・管理機構23、経路検索・決定機構24、 q 収集・決定機構25及び q 設定機構26をそなえて構成されている。

【0050】ここで、 Q/q 送受信機構21は、 q 収集・決定機構25によって収集・決定した自ノード2-i側の経路品質 q 、もしくは、 Q/q 演算機構22による経路品質 q についての累積演算結果を、光トランスポート部11のフレーム組立／分解部111を通じて全隣接ノード2-iへ伝達する一方、 Q/q 演算機構25によって求められる経路品質 Q 、もしくは、隣接ノード2-iから伝達されてくる経路品質 Q を、フレーム組立／分解部111を通じて全隣接ノード2-iへ伝達するためのものである。

【0051】つまり、本 Q/q 送受信機構21は、隣接ノード間サービス品質情報（ q ）伝達機構211としての機能と、ネットワークサービス品質情報（ Q ）伝達機構212としての機能を兼ね備えていることになる。また、上記の Q/q 演算機構22は、演算によって経路品質 q 及び Q を求めるもので、具体的には、自ノード2-i

i側の経路品質 q と、隣接ノード2-iから伝達されてくる隣接ノード2-i側の経路品質 q 、もしくは、隣接ノード2-iでの経路品質 q の累積演算結果とを加算することにより、前記の式（1）、式（2）に示した累積演算を実行して、経路品質 q もしくは Q を求めるものである。

【0052】つまり、この Q/q 演算機構22は、自ノード2-iと隣接ノード2-iとの間の経路品質 q と隣接ノード2-iから伝達されてくる経路品質 q とを累積演算する q （隣接ノード間サービス品質情報）演算機構221として機能と、自ノード2-iの経路品質 q と隣接ノードから伝達されてくる経路品質 q の累積演算結果とを累積演算することにより経路品質 Q を求める Q （ネットワークサービス品質情報）演算機構222としての機能とを兼ね備えていることになる。

【0053】さらに、上記の経路表作成・管理機構（組み合わせ情報作成・管理機構）23は、経路検索・決定機構24における後述の経路検索機構31によって識別される回線ルートと、その回線ルートについての Q との組み合わせ情報（経路表）を作成して管理するためのもので、作成された「経路表」は、ネットワーク接続状態記憶機構15にて記憶・管理されるようになっている。なお、この「経路表」は、後述するように、ノード2-iの削除や追加に伴うネットワーク構成の変更に応じて、各ノード2-iにおいて再作成される。

【0054】さらに、経路検索・決定機構24は、自ノード2-iまでのネットワーク1内でとりうる回線ルートを検索（識別）する一方、上記の「経路表」に基づいて、識別した回線ルートのうち、どの回線ルートが所望の経路品質 Q を満足する回線ルートであるかを判断して、所望の通信サービスを提供するための使用回線ルートを選択して設定するためのものである。

【0055】このため、本経路検索・決定機構24は、図5中に示すように、ID付加機構311及びルートID識別機構312を有する経路検索機構31と、冗長ルート回線設定機構321、対称型双方向ルート回線設定機構322、非対称型双方向ルート回線設定機構323及びブローキャストルート回線設定機構324を有する経路決定機構32と、ネットワーク構成変更通知機構33とをそなえて構成されている。

【0056】ここで、まず、経路検索機構31において、上記のID付加機構（識別情報付加機構）311は、自ノード2-iに割り当てられているノードIDを、 Q/q 送受信機構21を通じて光トランスポート部11（フレーム組立／分解部111）へ送出することで、隣接ノード2-iとの間の伝送信号に付加するためのもので、このID付加機構311により、例えば、ノードa→ノードbと経由した信号には[ab]というノードIDの組み合わせから成る識別子（ルートID）が付加され、ノードa→ノードb→ノードcと経由した信号

には、[abc]というルートIDが付加されることになる。

【0057】そして、上記のルートID識別機構（経路識別機構）312は、受信信号に付加されているルートIDからその信号が辿ってきた回線ルートを識別するためのもので、上記の例のように、受信信号のルートIDが[ab]ならその信号はノードa、bを経由する回線ルートからの信号であることが識別され、ルートIDが[abc]ならその信号はノードa、b、cを経由する回線ルートからの信号であることが識別されることになる。

【0058】一方、経路決定機構（経路設定機構）32において、冗長ルート回線設定機構（冗長経路設定機構）321は、上記の経路表に基づいて、上述のごとく識別され経路表作成・管理機構23によって管理されている回線ルートのうち、所望の経路品質Qを満足する任意の回線ルートを任意の現用（ワーク）回線ルートの予備（プロテクション）として設定（選択）することで、ネットワーク1内における回線ルートの冗長設定を行なうためのものである。

【0059】また、対称型双方向ルート回線設定機構（対称型双方向通信設定機構）322は、経路表作成・管理機構23によって管理されている回線ルートのうち、同じ回線ルートを双方向通信のための信号伝送経路として選択することにより、ネットワーク1内において非対称型の双方向回線ルートを設定するためのものである。

【0060】さらに、非対称型双方向ルート回線設定機構（非対称型双方向通信設定機構）323は、経路表作成・管理機構23によって管理されている回線ルートのうち、上りと下りとで異なる回線ルートを双方向通信のための回線ルートとして選択することにより、ネットワーク1内において非対称型の双方向回線ルートを設定するためのものである。

【0061】また、ブロードキャスト回線設定機構（ブロードキャスト通信設定機構）324は、経路表作成・管理機構23によって管理されている回線ルートのうち、異なる回線ルートを同じ信号の伝送ルートとして選択することにより、ネットワーク1内においてブロードキャスト通信設定を行なうためのものである。このように、本実施形態のネットワーク1（ノード2-i）では、回線ルートの冗長化設定や対称型／非対称型の双方向回線ルート、ブロードキャスト設定など、様々な通信サービス設定を共通の「経路表」に基づいて簡単に設定することが可能である。

【0062】さらに、上記のネットワーク構成変更通知機構33は、光インタフェース部10のネットワーク構成変更検出部110にて隣接ノード2-iの削除／追加が検出されたことを、その光インタフェース部110以外の全光インタフェース部110を通じて全隣接ノード

2-iへ通知するとともに、経路表作成・管理機構23に対して作成済みの「経路表」の、隣接ノード2-iの削除／追加に応じた変更を指示するためのものである。

【0063】次に、図5において、q収集・決定機構25は、オペレータなどによってq収集・決定トリガを外部から受けることによって、自ノード2-iが所有する全ての光インタフェース部10の対向（隣接）ノード情報を自動的に収集して自ノード側の経路品質qを決定するためのもので、その情報は、ネットワーク接続状態記憶機構15に記憶・管理される。

【0064】なお、この自動収集処理は、イネーブル／ディゼーブル設定により有効／無効にすることが可能で、ディゼーブル設定により無効になっている場合には、q設定機構26によって、オペレータなどが手動設定できるようになっている。例えば、この場合、オペレータは、前記の式（2）におけるパラメータ b_p に対する重み付け係数 a_p の値を設定・変更するための指示をq設定機構26に与えることで、任意の重み付け係数 a_p を任意の値に設定することができ、これにより、前記のqに関するパラメータ b_p のうち、任意のパラメータ b_p を重視した経路品質qを自ノード2-i側の経路品質qとして設定することが可能である。

【0065】以下、上述のごとく構成された本実施形態のネットワーク1（ノード2-i）の動作について詳述する。

（1）経路品質qの収集・決定動作の説明

ここでは、図1に示す各ノード2-iにて上記の経路品質qを収集・決定するアルゴリズムについて説明する。

【0066】図6に示すように、まず、例えば、オペレータがノード2-1（ノードa）にq決定トリガを与える（図6中の①参照）。すると、ノードaは、Q/q管理・送出機構14のq収集・決定機構25が、経路品質qを決定するのに必要な自局情報〔パラメータ；例えば、各光インタフェース部10の隣接ノード2-iまでの距離、回線利用率、品質、自局の冗長度など）を収集して各光インタフェース部10（以下、単に「インタフェース10」という場合もある）の経路品質qを決定（生成）する（図6中の②参照）。なお、決定した経路品質qは、ネットワーク接続状態記憶機構15（以下、単に「記憶機構15」という）に記憶されて管理される。

【0067】次に、ノードaは、決定した自局側の各インタフェース10の経路品質qを、Q/q受受信機構21（q伝達機構211）からフレーム組立／分解部111に渡して光チャンネルコンテナ7（以下、「信号フレーム7」ともいう）における0ch-0H部4の空き領域に格納して、隣接するノード2-2、2-4（ノードb、ノードd）に伝達（通知）する（図6中の③参照）。

【0068】このようにノードaの経路品質qが伝達されたノードb及びノードdは、それぞれ、ノードaと同

様に、 Q/q 管理・送出機構 14 の q 収集・決定機構 25 が、自ノード b 、 d 側の経路品質 q を決定するのに必要な情報（自局情報）を収集して自局側の各インタフェース 10 の経路品質 q を決定する（図 6 中の④参照）。なお、このように経路品質 q を隣接ノード $2-i$ 間で伝達するのは、自局情報の中に、隣接ノード $2-i$ 側の q との関係で補間・決定されるパラメータ（例えば、回線使用効率や冗長度など）が存在するためである。

【0069】そして、ノード b は、決定した自局側の各インタフェースの経路品質 q を、ノード a と同様に、信号フレーム 7 の 0ch-0H 部 4 にて、隣接ノード a 、 c 、 e のそれぞれに通知し（図 6 中の⑤参照）、ノード d は、同じく、決定した自局側の各インタフェース 10 の経路品質 q を信号フレーム 7 の 0ch-0H 部 4 にて、隣接ノード a 、 e 、 g のそれぞれに通知する（図 6 中の⑥参照）。

【0070】以上の処理が各ノード $2-i$ において自動的に繰り返されることで、ネットワーク 1 内の全てのノード $2-i$ は自局の各インタフェース 10 の q が確定し、全ノード $2-i$ は、それぞれ、自局の各インタフェースの経路品質 q を管理することが可能になる。このように、経路品質 q を生成するために必要な各種情報を各ノード $2-i$ が自動的に収集することにより、大規模メッシュ型ネットワークなどにて発生しがちな、人的な設定ミスやネットワーク管理（制御）に必要な作業工数の削減、経路品質 Q/q に基づくリアルタイムのネットワーク監視・制御などが可能になる。

【0071】なお、図 7 に、経路品質 q の確定したネットワーク 1 の一例を示す。この図 7 では、例えば、ノード a とノード b との間の q が上り／下りともに“7”であり、ノード a とノード d との間の q が上り／下りともに“9”であることが示されており、他の隣接ノード $2-i$ 間についても同様に確定した経路品質 q がそれぞれ数値で表わされている。

【0072】そして、この場合、例えば、ノード $a \rightarrow$ ノード $b \rightarrow$ ノード $c \rightarrow$ ノード $f \rightarrow$ ノード i を経由する信号経路（回線ルート）についての経路品質 Q は、この信号経路上のノード $2-i$ が隣接ノード $2-i$ 側の経路品質 q に自局側の経路品質 q を順次累積しながら信号伝送を行なうことにより、 $Q=7+12+15+13=47$ となり、これがノード i に最終的に伝達されることになる。

【0073】また、上記の経路品質 q は、経路品質 Q/q の自動送出（ Q の送出については後述する）がディゼーブル設定になっている場合は、オペレータなどが任意に一部もしくは全部のパラメータを設定することができる。即ち、ネットワーク 1 の監視・制御を行なうための識別子として機能する経路品質 q のパラメータを q 設定機構 26 によって任意に設定することにより、経路品質 q を意図的に変更して、或る信号経路が優先的（あるいは、強制的に）使用されるように設定したり、逆に、或

る信号経路が使用されにくくなる（あるいは、使用されない）ように設定したりすることができる。

【0074】例えば、或る隣接ノード $2-i$ 間の冗長度（パラメータ b_5 ；表 1 参照）を、実際の状況に関わらずオペレータが設定して経路品質 q を高くすれば、「冗長度」を重視した経路選択動作をノード $2-i$ に実行させることが可能となる。なお、この場合、 b_5 以外のパラメータはネットワーク 1 の状態を反映した値となり、経路選択動作にも反映されることになる。

【0075】（2）信号経路の識別手法及び回線ルート設定

ところで、各ノード $2-i$ は、経路表・作成管理部 23 によって、ネットワーク 1 内でとりうる信号経路について経路品質 Q を信号経路毎に管理するために、信号経路と経路品質 Q との対応関係を「経路表」として作成するが、このためには、ネットワーク 1 内の信号経路を検索・識別する必要がある。

【0076】そこで、本実施形態では、信号経路（回線ルート）の検索コマンド（[from NE, to NE]）をネットワーク 1 に対して与えることで、自動的に信号経路検索・識別を行なう。なお、「NE」は“Network Element”の略で、ノード $2-i$ を意味する。例えば、ノード a とノード i との間でとりうる信号経路の検索・識別を行なうたい場合、まず、オペレータは、検索コマンドとして [from NE:a, to NE:i] をネットワーク 1 内の任意のノード $2-i$ に入力する。この検索コマンドを受けたノード $2-i$ は、検索コマンド $2-i$ の入力を受けたことを [from NE] であるノード a に通知（転送）する。なお、この検索コマンドをオペレータがノード a に直接投入した場合は、このような検索コマンドの転送は実施されない。

【0077】すると、ノード a は、自局の保有する全インタフェース 10 から信号の発信を行なう。ただし、このとき、経路検索機構 31 の ID 付加機構 311 が、全ての発信信号に自ノード a のノード ID を付加する。次に、上記の発信信号を受信したノード b 、 d は、それぞれ、ID 付加機構 311 によって、その受信信号に自局のノード ID を付加して、同様に、全インタフェース 10 から全隣接ノード $2-i$ への発信を行なう。

【0078】以上の処理をネットワーク 1 内に存在する全ノード $2-i$ が行なうことで、[to NE] であるノード i には、最終的に、以下に示すノード ID の組み合わせ（ルート ID；経路識別子）をもつ信号（ルート検索結果）が到達し、それぞれルート ID 識別機構 312 にて識別されることになる。

[abofi], [abofedghi], [abefi], [abedghi],
[abehi], [adefi], [adebofi], [adehi], [adghebofi], [adghefi], [adghi]

この結果から、検索コマンド [from NE:a, to NE:i] の結果、つまり、ネットワーク 1 内において、ノード a

からノードiまででとりうる信号経路は、上記の11経路であることがノードiにて認識される。これにより、ノードiでは、例えば、ネットワーク1内のノード2-i間の誤接続やトラフィックの集中しやすいノード2-i（例えば、同じノードIDが多数のルートIDに含まれているような場合）を容易に検出することが可能である。

【0079】そして、ノードiでは、経路表作成・管理部23によって、例えば図7により上述したごとく各ノード2-iにて確定したqの累積情報（経路品質Q）から、次表2に示すような、上記のように識別した11経路（経路識別子）とそれぞれについての経路品質Qとの対応関係を表わす「経路表」を作成する。

【0080】

【表2】

経路表（ノードa→i）

ルートID	経路品質Q
[abcfi]	47
[abcfedghi]	98
[abefi]	43
[abedghi]	72
[abehi]	50
[adefi]	44
[adebcfi]	72
[adehi]	51
[adghebcfi]	102
[adghefi]	74
[adghi]	51

【0081】この結果、ノードiは、この「経路表」を基に、ネットワーク1内の目的回線ルート（Qに応じて設定したい最適な回線ルート）の検索が容易に行なえる。例えば、前記のパラメータb₁（隣接ノード2-iまでの距離）に対する重み付け係数a₁を大きくして、他のパラメータb₂～b₅に対する重み付け係数a₂～a₅をデフォルト値（例えば、a₁=4、a₂=1、a₃=1、a₄=1、a₅=1）として、前述した経路品質qの決定処理を行なった場合、上記の表2から、ネットワーク1内において信号の伝送距離が最も短い経路は、経路識別子=[abefi]、経路品質Q=43の信号経路であることが分かる。

【0082】なお、このようにして得られた「経路表」（回線ルート毎の経路品質Q）は、ノードiから全隣接ノード2-iへ伝達され、上述した経路品質qの伝達と同様にして、将棋倒し的に、ネットワーク1内の全ノード2-iに伝達されてゆき、最終的に、全ノード2-iで同じ「経路表」が記憶機構15にて記憶・管理される。

【0083】そして、ノードa、b、c、f、iが、それぞれ、上記の「経路表」に基づいて、上記の経路識別子=[abefi]、Q=43の信号経路が所望の通信サービスを提供するための信号経路として選択された状態となるよう、スイッチ部12でのスイッチング動作をスィ

ッチコントロール機構13によって制御することで、ノードa→ノードb→ノードc→ノードf→ノードiという伝送距離が最短の回線ルートがネットワーク1内に設定される。

【0084】なお、上記とは逆方向の信号経路、例えば、ノードi→ノードa方向の信号経路についての「経路表」も、上記と同様に、経路品質qの決定処理、検索コマンド（例えば、[from NE:i, to NE:a]）の投入による経路識別処理を実行することで、作成され、各ノード2-iにおいて同じ情報（経路表；ノードi→ノードa間でとりうる信号経路毎の経路品質Q）が記憶機構15にて保持・管理される。

【0085】以上のように、本実施形態によれば、隣接ノード2-i間の経路品質qの累積情報として求められる、ネットワーク1内でとりうる回線ルートについての経路品質Qをネットワーク1内の全ノード2-iでそれぞれ管理しておき、これらの各ノード2-iが、それぞれ、自己が管理している経路品質Q（「経路表」）に基づいて、自ノード2-iでの回線ルート設定動作を決定するので、所望のQoSに応じた回線ルートの設定・管理を、ネットワーク1を構成する各ノード2-iにおいて独立して、しかも、容易且つ柔軟に行なうことが可能である。

【0086】従って、SDHやSONETなどの既存システムにとらわれず、所望のQoSに応じた回線ルートの設定制御を柔軟に実施することができ、所望の通信サービスに応じた多種多様な制御が実現できる。例えば、後に詳述するように、経路品質Qに基づく回線ルートの冗長化設定によりネットワーク1内の任意の回線ルートに対して冗長度（耐障害度）を飛躍的に向上させてネットワーク1全体の信頼性の大幅な向上を図ったり、ネットワーク1内に所望のQoSに応じた対称／非対称の双方向回線ルートやブロードキャスト回線ルートを極めて簡単に設定したりすることができる。

【0087】特に、本実施形態では、上記の経路品質qを各ノード2-i間で累積しながら伝達することにより上記の経路品質Qを求め、この経路品質Qを各ノード2-iで管理されるべき情報（「経路表」のための情報）として各ノード2-i間で伝達するので、個々のノード2-iに対して管理すべき情報の設定を行なうといったメッシュ型ネットワーク1にありがちな複雑で膨大な設定作業が不要であり、オペレータ等による人的作業量が大幅に軽減される。

【0088】しかも、上記の経路品質qを決定するのに必要な情報については、各ノード2-iにおいて、q収集・決定機構25によって自動的に収集・決定することができるので、さらに、必要情報の設定などの人的作業が削減される。また、この自動収集処理は、前述したようにイネーブル／ディゼーブル設定により有効／無効にすることが可能で、ディゼーブル設定により無効になっ

ている場合には、経路品質 q を、 q 設定機構26によって、オペレータなどが任意に手動設定(変更)できるので、目的の最適回線ルート設定を柔軟に行なうことができる。

【0089】さらに、上述した実施形態では、ネットワーク1内の各ノード2-iにそれぞれ固有のノードIDを割り当てておき、送信側となるノード2-iは、それぞれ、ID付加機構311(図5参照)によって、自ノード2-iに割り当てられたノードIDを隣接ノード2-iへの送信信号に付加し、受信側となるノード2-iでは、それぞれ、隣接ノード2-iからの受信信号に付加されたノードIDの組み合わせ(ルートID)によりその信号の伝送経路を識別するという簡単な処理で、ネットワーク1内でとりうる回線ルートの識別を行なうことができる。従って、極めて容易にメッシュ型ネットワーク1内でとりうる回線ルートの検索処理が実現でき、経路表作成・管理機構23による「経路表」の作成・管理も極めて簡単に実現することができる。

【0090】(3) 回線ルートの冗長化

次に、ここでは、回線ルートの冗長化設定について説明する。例えば、上述した経路識別子=[abefi]、経路品質 $Q=43$ の信号経路に対して予備(プロテクション)の回線ルートを設定する場合を考える。この場合、まず、各ノード2-iでは、経路決定機構24の冗長ルート回線設定機構321が、上記の表2を次表3に示すように経路品質 Q の小さい順にソートする。

【0091】

【表3】

経路表(ノードa→i)

順位	ルートID	経路品質 Q
1.	[abefi]	43
2.	[adefi]	44
3.	[abcfi]	47
4.	[abehi]	50
5.	[adehi]	51
5.	[adghi]	51
6.	[abedghi]	72
6.	[adebcfi]	72
7.	[adghefi]	74
8.	[abcfedghi]	98
9.	[adghebcfi]	102

【0092】この表3から、目的(伝送距離が最短)の回線ルート(経路品質 $Q=43$)に対する最適な冗長回線ルートは、2番目に伝送距離が短い経路品質 $Q=44$ の回線ルート(経路識別子=[adefi])と判定できる。従って、例えば図8に示すように、この信号経路(経路品質 $Q=44$ 、経路識別子=[adefi])を、経路品質 $Q=43$ 、経路識別子=[abefi]の回線ルート(オリジナルルート)41に対する予備の回線ルート(迂回ルート)42として、冗長ルート回線設定機構321によって冗長設定しておけば、オリジナルルート41の障害発生時(図8ではノードa、b間で障害が発生

した場合)にも、最適な(伝送距離の短い)迂回ルート42への瞬時の切り替え(迂回)が可能となる。

【0093】実際に、或るノード2-i間で何らかの障害が発生した場合、その障害発生の際は、障害の発生したセクションの隣接ノード2-i(例えば、ノードa、b間のセクションで障害が発生した場合は、各ノードa、b)で検出され、これが例えば経路品質 q や Q と同様に、将棋倒し的に各ノード2-i間で伝達されてネットワーク1内の全ノード2-iに通知される。

【0094】これにより、上記の通知を受けたノード2-iでは、経路決定機構24によって、自身が管理している上記の「経路表」に基づいて、障害の発生したセクションを経由しない回線ルート(この場合は、ルートIDに[ab]が含まれない回線ルート)のうち、最適な経路品質 Q をもつ回線ルート(迂回ルート)42を自動的に選択し、この選択に基づいてスイッチコントロール部13がスイッチ部12のスイッチング動作を制御して迂回ルートへのルート切り替え[回線ルートの再選択(リルート処理)]を実施する。

【0095】即ち、オリジナルルート41上のノード2-iでは、それぞれ、オリジナルルート41の使用を停止し、迂回ルート42上のノード2-iでは、それぞれ、受信信号を迂回ルート42上の隣接ノード2-iの接続されているインタフェース10へ透過させる設定を行なって迂回ルート42を有効にする。この結果、オリジナルルート41の代わりに迂回ルート42が導通状態となり、ルート切り替えが完了する。

【0096】このように、本実施形態では、ネットワーク1内の各ノード2-iが、それぞれ、「経路表」により識別・管理している回線ルートのうち、所望の QoS を満足する任意の回線ルートを任意の回線ルートの予備ルートとして選択することにより、ネットワーク1内の回線ルートの冗長設定を行なうので、ネットワーク1内に幾重にも冗長ルートを設定することも可能であり、ネットワーク1の信頼性が格段に向上する。

【0097】なお、ネットワーク1内の全ノード2-iは、前述したように全て同じ「経路表」を保持・管理しているので、ノード2-i間でのルート切り替えに矛盾は生じない。また、このとき、迂回ルート上のノード2-iでは、ルートID識別機構312によって、受信信号に付加されているルートIDから、迂回ルートから正しく信号を受信できているかを確認することが可能である。逆にいえば、ノード2-iは、受信信号のルートIDが変化すると、それまでの受信信号が経由していた回線ルートの途中で障害などが発生して、回線ルートに変更があったことを認識することができることになる。

【0098】さらに、上記の障害の発生は、ノード2-iではなく、NMS(Network Management System)などのネットワーク管理装置(図示省略)が検出して、このネットワーク管理装置から各ノードに対して障害の発

生したセクションを通知するようにしてもよい。

(4) 双方向ルート回線の設定

次に、ここでは、ネットワーク 1 内において双方向の回線ルートを設定する場合の動作について説明する。

【0099】例えば、ノード a、i 間に双方向（2ウェイ）の回線ルートを設定することを考える。この場合、まず、オペレータなどが、ネットワーク 1 内のノード 2-i に対して、ノード a、i 間に双方向（2ウェイ）の回線ルートを設定しなさいという意味の命令を入力する。この命令は、最終的に、ノード a で受け付けられて、ノード a を起点（信号の始点）とした、項目（2）にて前述したとおりのノード a→i 方向についてのルート検索が実行されるとともに、ノード i を起点とした逆方向（ノード i→a 方向）のルート検索がノード a→i 方向のルート検索と同様に行なわれる。

【0100】これにより、ノード i では、ノード a→i 方向についての「経路表」を作成することができ、ノード a では、その逆方向についての「経路表」を作成することができ、これらの「経路表」がそれぞれ前述したようにして各ノード 2-i で伝達されることにより、ノード a、i 間の双方向の「経路表」がネットワーク 1 内の全ノード 2-i で保持・管理される。

【0101】従って、例えば、各ノード 2-i において、経路決定機構 24 が、それぞれ、最良の目的経路品質 Q をもつ回線ルートを使用回線ルートとして選択すれば、ネットワーク 1（ノード a、i 間）において、最良の目的経路品質 Q をもつ双方向の回線ルート（通信回線）がそれぞれの方向で独立して自動的に設定されることになる。

【0102】ここで、例えば図 7 に示すように各ノード 2-i 間の経路品質 q が双方向で全て同じ値になっていたと仮定すると、全ての回線ルートの経路品質 Q は双方向で同じ値になるので、それぞれ、最良の目的経路品質 Q をもつ回線ルートを選択すると、同じ回線ルートが双方向の通信回線として選択されることになる。例えば、この図 7 の場合では、ノード a→i 方向の「経路表」が前記の表 3 に示すようになり、ノード i→a 方向の「経路表」が次表 4 に示すようになるので、経路品質 Q = 43、ルート ID = [abefi] の回線ルートと経路品質 Q = 43、ルート ID = [ifeba] の回線ルートがノード a、i 間において双方向の目的最短ルートの通信回線として設定されることになる。

【0103】

【表 4】

経路表（ノード i→a）

順位	ルート ID	Q（経路品質）
1.	[ifeba]	43
2.	[ifeda]	45
3.	[ifcba]	47
4.	[ihga]	50
5.	[ihgda]	51
6.	[iheda]	52
7.	[ifcbada]	70
8.	[ihgdeba]	72
9.	[ifehgda]	75
10.	[ifcbahgda]	100
11.	[ihgdefcba]	103

【0104】一方、例えば図 9 に示すように、隣接ノード 2-i 間のインタフェース 10 についての経路品質 q が双方向で同じ値になっていないセクションが存在する場合は、ノード a→i 方向とノード i→a 方向とで同じ回線ルートが双方向の通信回線として選択（設定）されとは限らない。即ち、この図 9 の場合、ノード a→i 方向の「経路表」は次表 5 に示すようになり、ノード i→a 方向の「経路表」は次表 6 に示すようになるので、ノード a→i 方向の目的最良（最短）ルートは表 5 に示す Q = 43、ルート ID = [abefi] の回線ルートとなり、その逆方向の目的最良ルートは表 6 に示す Q = 47、ルート ID = [ihgda] の回線ルートとなり、双方向で非対称型の回線ルートが設定されることになる。

【0105】

【表 5】

経路表（ノード a→i）

順位	ルート ID	経路品質 Q
1.	[abefi]	43
2.	[adefi]	45
3.	[abcfi]	47
4.	[abehi]	50
5.	[adghi]	51
5.	[adehi]	52
6.	[adebcfi]	71
6.	[adedghi]	72
7.	[adghefi]	75
8.	[adghebcfi]	100
9.	[abcfedghi]	103

【0106】

【表 6】

経路表（ノード i→a）

順位	ルート ID	経路品質 Q
1.	[ihgda]	47
2.	[ifeba]	48
3.	[ifeda]	50
4.	[iheba]	51
5.	[ifcba]	53
5.	[iheda]	53
6.	[ihgdeba]	68
7.	[ifehgda]	75
8.	[ifcbada]	76
9.	[ihgdefcba]	100
10.	[ifcbahgda]	101

【0107】逆にいうと、ノード2-iは、このような双方向の各「経路表」を比較することにより、全隣接ノード2-i間の経路品質 q が対象か否かを判断することができる。つまり、上記11通りの全回線ルートの経路品質 Q が双方向で同じ値であれば、ネットワーク1内の全隣接ノード2-i間の経路品質 q は全て対称であると判断することができる。従って、この場合には、ノード a 、 i 間において、最良の経路品質 Q をもつ全く同じルートを經由する回線ルートが双方向の通信回線として設定（選択）されて、ネットワーク1（ノード a 、 i 間）において、「対称型」の双方向通信回線が設定される。

【0108】一方、上記の経路品質 Q の比較の結果、上記の各表6及び表7に示すように、経路品質 Q が双方向で異なる場合には、隣接ノード2-i間の経路品質 q が双方向で非対称であると判断できる。従って、この場合には、上述したごとく最良の経路品質 Q をもつ回線ルートが双方向でそれぞれ独立して設定（選択）されて、ネットワーク1（ノード a 、 i 間）において、「非対称型」の双方向通信回線が設定される。

【0109】なお、ネットワーク1において、このような「非対称型」の2ウェイルートを設定すると、ネットワーク1内のトラフィックの負荷分散が行なえる反面、

回線管理が複雑になる場合がある。そこで、隣接ノード2-i間の q が双方向で非対称の場合にも、あえて（強制的に）対称型の2ウェイルートを設定できる必要もある。

【0110】そこで、本実施形態では、経路表作成・管理機構23が、同じ回線ルートについての双方向の経路品質 Q の和（ノード $a \rightarrow i$ 方向の経路品質 Q を $Q1$ とし、その逆方向（ノード $i \rightarrow a$ 方向）の経路品質 Q を $Q2$ とした場合、 $Q1+Q2$ ）を求め、これを基に、最良の目的経路品質 $Q1+Q2$ をもつ対称型の2ウェイルート設定を行なう。

【0111】即ち、隣接ノード2-i間の経路品質 q が、例えば図9中に示すようになっていた場合、ノード2-iは、上記の表5及び表6を基に、次表7に示すような「経路表（2ウェイルート）」を作成する。この結果、経路品質 $Q1+Q2=91$ 、ルートID=[abefi]、[ifeba]の同じ回線ルートが対称型の2ウェイルートにおいて最良の回線ルートと判断でき、これがノード a 、 i 間での双方向通信回線として設定される。

【0112】

【表7】

経路表（2ウェイルート）

ルートID ($a \rightarrow i$)	Q1	ルートID ($i \rightarrow a$)	Q2	Q1+Q2	順位
[abefi]	43	[ifeba]	48	91	1
[adefi]	45	[ifeda]	50	95	2
[abcfi]	47	[ifcba]	53	100	3
[abeji]	50	[iheba]	51	101	4
[adghi]	51	[ihgda]	47	101	4
[adeji]	52	[iheda]	53	105	5
[adebcfi]	71	[ifcbeda]	76	147	7
[adedghi]	72	[ihgdeba]	68	140	6
[adghefi]	75	[ifehgda]	75	150	8
[adghebcfi]	100	[ifcbehgda]	101	201	9
[abcfedghi]	103	[ihgdefcba]	100	203	10

【0113】以上のように、本実施形態では、各ノード2-iにおいて、それぞれ、「経路表」により識別・管理している回線ルートのうち、目的の経路品質 Q を満足する異なる回線ルートもしくは同じ回線ルートを双方向通信のための回線ルートとして選択するという単純な制御で、ネットワーク1内において所望の経路品質 Q に適合した非対称型もしくは対称型の2ウェイルートを極めて簡単、且つ、柔軟に設定することができる。

【0114】（5）ブロードキャスト回線の設定

次に、ここでは、ネットワーク1内にブロードキャスト回線を設定する場合の動作について説明する。例えば、図7により前述したように、目的最短ルートとして、経路品質 $Q=43$ 、ルートID=[abefi]の回線ルートがネットワーク1内において設定されている状態で、この回線ルート上を伝送される信号を、ノード g 、 h にも送信するためのブロードキャスト設定を行なう場合を考える。

【0115】なお、ここでは、前述したノード $a \rightarrow i$ 方向の「経路表」の作成と同様にして、ネットワーク1内に存在する全ての経路（例えば、ノード a を信号の始点とする経路）についての「経路表」が作成され既に全ノード2-iで保持・管理されているものとする。かかる状態で、まず、オペレータ等は、ネットワーク1内の任意のノード2-i（例えば、ノード a ）に対して、上記の目的最短ルートに対して、ノード $a \rightarrow i$ に流れている回線ルートの内容をノード h 、 g にも送信しなさいという意味のコマンド（ブロードキャスト設定コマンド；例えば $[a \rightarrow i, h, g]$ ）を入力する。

【0116】すると、ノード a では、経路決定機構32のブロードキャストルート回線設定機構324が、ノード $a \rightarrow h$ 方向、ノード $a \rightarrow g$ 方向についての各「経路表」を参照して、上記のノード $a \rightarrow i$ 方向の目的最短ルートに対するノード $a \rightarrow h$ 方向、ノード $a \rightarrow g$ 方向の最適ルート（この場合は最短ルート）をそれぞれ選択・決

定し、この選択・決定に基づいてスイッチコントロール部 13 が、スイッチ部 12 に対する設定を行なう。

【0117】これにより、ノード a は、ノード a→i 方向に流していた回線ルートの内容をノード a→h 方向及びノード a→g 方向の最適ルートにも流すことが可能となる。そして、上記のブロードキャスト設定コマンドは、上述のごとく選択・決定された回線ルート上の次隣接ノード（設定対象ノード）2-i へ、順次、伝達され、各設定対象ノード 2-i においても上記の同様のブロードキャスト設定が行なわれる。

【0118】以上により、ノード a→i 方向の目的最短ルートに対するノード a→g 方向及びノード a→h 方向の最適（最短）ブロードキャスト設定が完了する。このように、本実施形態では、各ノード 2-i において、それぞれ、「経路表」により識別・管理している回線ルートのうち、目的の経路品質 Q を満足する異なる回線ルートを同じ信号の伝送経路として選択するという単純な制御で、ネットワーク 1 内に所望の経路品質 Q に適合したブロードキャスト通信の設定を簡単に行なうことができる。

【0119】（6）ネットワーク構成の変更に対する対応

次に、ここでは、ネットワーク 1 において、或るノード 2-i が削除されたり、新規にノード 2-i が追加されたりして、ネットワーク構成が変更された場合の対応について説明する。

（6-1）ネットワーク 1 内のノード 2-i が削除された場合

例えば図 10 に示すように、ネットワーク 1 において、ノード c を削除する場合を考える。この場合、削除対象のノード c に接続されているノード b、f に対してその旨を、オペレータによるコマンド入力などによって通知する。ノード b、f では、それぞれ、ノード c に接続されているインタフェース 10 のネットワーク構成変更検出部 110 にて「隣接ノード削除」の旨が検出される。

【0120】すると、ノード b は、その旨を、ネットワーク構成変更通知部 33 によって、ノード a、e に通知し、ノード f は、同様に、ノード e、i に通知する。この通知処理を各ノード 2-i が繰り返すことにより、ネットワーク 1 内の全てのノード 2-i がノード c の削除を認識する。次に、このようにノード c の削除を認識したノード c 以外の残りの全ノード 2-i は、経路表作成・管理機構 23 によって、自ノード 2-i が所有している「経路表」の中からノード c が存在する回線ルート

（ルート ID にノード c のノード ID = c が含まれる回線ルート）を削除し、経路品質 Q の値を基に「経路表」を再作成する。以上の「経路表」の再作成が全ノード 2-i で完了した後、実際に、ノード c がネットワーク 1 から削除される。

【0121】なお、勿論、ノード c 以外のノード 2-i

を削除する場合も、上記と同様の動作により、ノード削除前に、そのノード削除に応じた「経路表」の再作成が行なわれる。また、複数台のノード 2-i を削除する場合についても、それぞれのノード ID が含まれる回線ルートの削除を行えば対応可能である。以上のように、ネットワーク 1 内においてノード削除を行なう場合でも、メッシュ型ネットワーク 1 にありがちな、オペレータ等による各ノード 2-i に対する個々の複雑な設定作業は不要であり、ネットワーク 1 内の回線ルート管理が容易に行なえる。特に、ノード削除の場合は、「経路表」を一から作成し直す必要が無いので、より迅速な対応が可能である。

【0122】ただし、ノード削除後に空き状態となるインタフェース 10 を使用してネットワーク 1 内の他のノード 2-i との接続を行なう場合（例えば、図 10 中に破線矢印で示すように、ノード b とノード f とを接続する場合は、新たな回線ルートが生じることになるので、ノード削除前に、上述した経路品質 q/Q の決定、経路検索を行なって一から「経路表」を再作成する必要がある。

【0123】（6-2）ネットワーク 1 に新たにノード 2-i が追加された場合

次に、上記とは逆に、ネットワーク 1 にノード 2-i が新たに追加された場合の動作について説明する。例えば図 11 に示すように、ノード ID = j を有するノード j（ノード 2-10）が新たに追加されたと仮定する。この場合、ノード j が新たに接続されたノード i、f は、それぞれ、該当インタフェース 10 のネットワーク構成変更検出部 110 にて、ノード j が追加されたことが検出される。すると、ノード i は、ネットワーク構成変更通知部 33 によって、全隣接ノード 2-i（ノード h、f）に、「ノード追加」の旨を、該当インタフェース 10 を介して通知し、同様に、ノード f は、「ノード追加」の旨を全隣接ノード 2-i（ノード e、i、c）に通知する。

【0124】このような通知処理が繰り返されることにより、ネットワーク 1 内の全てのノード 2-i は、ノード j の追加を認識する。このようにしてノード j の追加を認識した全ノード 2-i は、次に、自ノード 2-i が所有している「経路表」の中にノード j の情報（ノード j を経由する回線ルート及びその経路品質 Q）を追加するための待ち状態に入る。

【0125】かかる状態で、前述した経路品質 Q の決定処理、経路検索処理を実行することにより、ノード j を経由する回線ルートも考慮した「経路表」が作成されて、ネットワーク 1 内の全ノード 2-i で保持・管理される。以上の動作により、ネットワーク 1 内にノード追加を行なった場合でも、メッシュ型ネットワーク 1 にありがちな、オペレータ等による各ノード 2-i に対する個々の複雑な設定作業は不要であり、ネットワーク 1 内

の回線ルート管理が容易に行なえる。

【0126】以上のように、本実施形態では、ノード削除やノード追加によるネットワーク構成の変更に対しても、各ノード2-iでの「経路表」の再構築により、簡単に対応することができるので、ネットワーク1の再構築を簡単、且つ、自由に行なうことが可能である。従って、例えば、ネットワーク1の容量の増減に応じて、ノード2-iを追加したり削除したりすることも簡単に行なえる。

【0127】(7) 経路品質Q(「経路表」)伝達の変形例の説明

上述した例では、経路品質Q(「経路表」)のノード間2-iの伝達に、光チャンネルコンテナ7における0ch-0H部4の空き領域を利用することで「デジタルラッパ」伝送方式に対応しているが、メッシュ型ネットワーク1が、SDHやSONETなどの既存ネットワークとして構成されている場合には、SDHやSONET伝送フレームにおける空きオーバヘッド領域を利用すれば同様に対応可能である。

【0128】換言すれば、デジタルラッパやSONET、SDHの空きオーバヘッド空間を利用することで、既存装置や既存ネットワークとの接続性(親和性)を保ったまま、つまり、SDHやSONETなどの伝送方式の違いに依存することなく、上述したような多種多様な通信サービス制御を柔軟に行なえるネットワーク管理を実現することが可能である。

【0129】また、例えば、WDM伝送におけるOSC(Optical Supervisory Channel)に代表されるように、ネットワーク1内のノード間通信にサブチャネルを用いる場合があるが、このような場合には、上述した光チャンネルコンテナ7やSDH/SONET伝送フレームにおける空きオーバヘッド空間に加えて、このサブチャネルも経路品質Q(「経路表」)の伝達に利用できる。

【0130】即ち、例えば図12に模式的に示すように、ノード間通信に、主信号チャンネル51とサブチャネル52とが用いられる場合、送信側ノード2-iでは、データX(経路品質Q)をデータxとデータyとに分割して、一方のデータxを、主信号チャンネル51上を伝送される信号の空きオーバヘッド空間により伝送し、他方のデータyを、サブチャネル52により伝送し、受信側ノード2-iでは、主信号チャンネル41を通じて受信されるデータxとサブチャネル52を通じて受信されるデータyとの両方に基づいて動作するようにするのである。

【0131】このようにすることで、経路品質Qのノード間伝達のための通信トラフィックが分散されるので、本来の通信トラフィックに対する圧迫度を軽減することが可能である。なお、本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲

で種々変形して実施することができる。

【0132】(8) 付記

(付記1) 複数のネットワークノード装置から成るネットワークにおいて、隣接ノード装置間の通信サービス品質に関する情報(以下、隣接ノード間サービス品質情報という)の累積情報として求められる、該ネットワーク内でとりうる信号伝送経路についての通信サービス品質に関する情報(以下、ネットワークサービス品質情報という)を各ノード装置でそれぞれ管理しておき、各ノード装置が、それぞれ、自己が管理している該通信サービス品質情報に基づいて、自ノード装置での信号伝送経路選択動作を決定することを特徴とする、ネットワーク管理方法。

(付記2) 該隣接ノード間サービス品質情報を各ノード装置間で累積しながら伝達することにより該ネットワークサービス品質情報を求め、該ネットワークサービス品質情報を各ノード装置で管理されるべき情報として各ノード装置間で伝達することを特徴とする、付記1記載のネットワーク管理方法。

【0133】(付記3) 該ネットワークサービス品質情報を、SDH又はSONETもしくはデジタルラッパの信号フレームのオーバヘッド部分に格納して伝送することを特徴とする、付記2記載のネットワーク管理方法。

(付記4) 該隣接ノード間サービス品質情報を、SDH又はSONETもしくはデジタルラッパの信号フレームのオーバヘッド部分に格納して伝送することを特徴とする、付記2又は付記3に記載のネットワーク管理方法。

【0134】(付記5) 該ネットワークサービス品質情報を、該ノード装置間に設定された主信号チャンネルとサブチャネルとを用いて伝送することを特徴とする、付記2記載のネットワーク管理方法。

(付記6) 該隣接ノード間サービス品質情報の手動設定変更が可能であることを特徴とする、付記1記載のネットワーク管理方法。

【0135】(付記7) 該ノード装置が、それぞれ、該隣接ノード間サービス品質情報を決定するのに必要な情報を隣接ノード装置との間で自動収集することを特徴とする、付記1記載のネットワーク管理方法。

(付記8) 該ノード装置にそれぞれ固有の識別情報を割り当てておき、該ノード装置が、それぞれ、自ノード装置に割り当てられた識別情報を隣接ノード装置への送信信号に付加することを特徴とする、付記1記載のネットワーク管理方法。

【0136】(付記9) 該ノード装置が、それぞれ、隣接ノード装置からの受信信号に付加された該識別情報の組み合わせにより該伝送信号の伝送経路を識別して該信号伝送経路を識別することを特徴とする、付記8記載のネットワーク管理方法。

（付記 10） 該ノード装置が、それぞれ、識別した信号伝送経路と当該信号伝送経路についてのネットワークサービス品質情報との組み合わせ情報を生成・管理することを特徴とする、付記 9 記載のネットワーク管理方法。

【0137】（付記 11） 該ノード装置が、それぞれ、該組み合わせ情報により識別・管理している信号伝送経路のうち、所望のネットワークサービス品質を満足する任意の信号伝送経路を任意の信号伝送経路の予備経路として選択することにより、該ネットワーク内の信号伝送経路の冗長設定を行なうことを特徴とする、付記 10 記載のネットワーク管理方法。

【0138】（付記 12） 該ノード装置が、それぞれ、該組み合わせ情報により識別・管理している信号伝送経路のうち、異なる信号伝送経路を双方向通信のための信号伝送経路として選択することにより、該ネットワーク内において非対称型の双方向信号伝送経路を設定することを特徴とする、付記 10 記載のネットワーク管理方法。

【0139】（付記 13） 該ノード装置が、それぞれ、該組み合わせ情報により識別・管理している信号伝送経路のうち同じ信号伝送経路を双方向通信のための信号伝送経路として選択することにより、該ネットワーク内において対称型の双方向信号伝送経路を設定することを特徴とする、付記 10 記載のネットワーク管理方法。

（付記 14） 該ノード装置がそれぞれ、該組み合わせ情報により識別・管理している信号伝送経路のうち異なる信号伝送経路を同じ信号の伝送経路として選択することにより、ブロードキャスト通信設定を行なうことを特徴とする、付記 10 記載のネットワーク管理方法。

【0140】（付記 15） 或るノード装置が該ネットワークから削除されると、その旨を残りのノード装置間で伝達し、残りのノード装置において、それぞれ、上記の削除ノード装置を経由する信号伝送経路についての組み合わせ情報を削除することを特徴とする、付記 10 記載のネットワーク管理方法。

（付記 16） 新たなノード装置が該ネットワークに追加されると、各ノード装置において、上記の信号伝送経路識別処理を再実行して、上記組み合わせ情報を再生成することを特徴とする、付記 10 記載のネットワーク管理方法。

【0141】（付記 17） 隣接ノード装置間の通信サービス品質に関する情報（以下、隣接ノード間サービス品質情報という）の累積情報として求められる、ネットワーク内でとりうる信号伝送経路についての通信サービス品質情報（以下、ネットワークサービス品質情報という）を管理する管理機構と、該管理機構で管理されているネットワークサービス品質情報に基づいて自ノード装置での信号伝送経路選択動作を制御する制御機構とをそなえて成ることを特徴とする、ネットワークノード装

置。

（付記 18） 該管理機構が、自ノード装置と隣接ノード装置との間の隣接ノード間サービス品質情報と隣接ノード装置から伝達されてくる隣接ノード装置管理の隣接ノード間サービス品質情報とを累積演算する隣接ノード間サービス品質情報演算機構と、自ノード装置の隣接ノード間サービス品質情報、もしくは、該隣接ノード間サービス品質情報演算機構による累積演算結果を隣接ノード装置へ伝達する隣接ノード間サービス品質情報伝達機構と、自ノード装置の隣接ノード間サービス品質情報と隣接ノード装置から伝達されてくる累積演算結果とを累積演算することにより、該ネットワークサービス品質情報を求めるネットワークサービス品質情報演算機構と、該ネットワークサービス品質情報演算機構により求められたネットワークサービス品質情報、もしくは、隣接ノード装置から伝達されてくるネットワークサービス品質情報を隣接ノード装置へ伝達するネットワークサービス品質情報伝達機構とをそなえていることを特徴とする、付記 17 記載のネットワークノード装置。

（付記 19） 該ネットワークサービス品質情報伝達機構が、該ネットワークサービス品質情報を、SDH又はSONETもしくはデジタルラッパの信号フレームのオーバーヘッド部分に格納して伝送しうるように構成されたことを特徴とする、付記 18 記載のネットワークノード装置。

【0142】（付記 20） 該隣接ノード間サービス品質情報伝達機構が、SDH又はSONETもしくはデジタルラッパの信号フレームのオーバーヘッド部分に、該隣接ノード間サービス品質情報を格納して伝送しうるように構成されたことを特徴とする、付記 18 又は付記 19 に記載のネットワークノード装置。

（付記 21） 該ネットワークサービス品質情報伝達機構が、該ネットワークサービス品質情報を、該ノード装置間に設定された主信号チャネルとサブチャネルとを用いて伝送しうるように構成されたことを特徴とする、付記 18 記載のネットワークノード装置。

【0143】（付記 22） 該管理機構が、該隣接ノード間サービス品質情報を手動設定するための設定機構をそなえていることを特徴とする、付記 18 記載のネットワークノード装置。

（付記 23） 該管理機構が、該隣接ノード間サービス品質情報を決定するのに必要な情報を隣接ノード装置との間で自動収集する収集機構をそなえていることを特徴とする、付記 18 記載のネットワークノード装置。

【0144】（付記 24） 該管理機構が、自ノード装置に割り当てられた識別情報を隣接ノード装置への送信信号に付加する識別情報付加機構をそなえていることを特徴とする、付記 17 記載のネットワークノード装置。

（付記 25） 該管理機構が、隣接ノード装置からの受信信号に付加された該識別情報の組み合わせにより該伝

送信号の伝送経路を識別して該信号伝送経路を識別する経路識別機構をそなえていることを特徴とする、付記24記載のネットワークノード装置。

(付記26) 該管理機構が、該経路識別機構によって識別された信号伝送経路と当該信号伝送経路についてのネットワークサービス品質情報との組み合わせ情報を作成・管理する組み合わせ情報作成・管理機構をそなえていることを特徴とする、付記25記載のネットワークノード装置。

(付記27) 該管理機構が、該組み合わせ情報作成・管理機構で管理されている信号伝送経路のうち、所望のネットワークサービス品質を満足する任意の信号伝送経路を所望の通信サービスを提供するための信号伝送経路として選択することにより、該ネットワーク内の信号伝送経路の設定を行なう経路設定機構をそなえていることを特徴とする、付記26記載のネットワークノード装置。

(付記28) 該経路設定機構が、該組み合わせ情報作成・管理機構で管理されている信号伝送経路のうち、所望のネットワークサービス品質を満足する任意の信号伝送経路を任意の信号伝送経路の予備経路として選択することにより、該ネットワーク内の信号伝送経路の冗長設定を行なう冗長経路設定機構をそなえていることを特徴とする、付記27記載のネットワークノード装置。

【0145】(付記29) 該経路設定機構が、該組み合わせ情報作成・管理機構で管理されている信号伝送経路のうち、異なる信号伝送経路を双方向通信のための信号伝送経路として選択することにより、該ネットワーク内において非対称型の双方向信号伝送経路を設定する非対称型双方向通信設定機構をそなえていることを特徴とする、付記27記載のネットワークノード装置。

【0146】(付記30) 該経路設定機構が、該組み合わせ情報作成・管理機構で管理されている信号伝送経路のうち、同じ信号伝送経路を双方向通信のための信号伝送経路として選択することにより、該ネットワーク内において対称型の双方向信号伝送経路を設定する対称型双方向通信設定機構をそなえていることを特徴とする、付記27記載のネットワークノード装置。

【0147】(付記31) 該経路設定機構が、該組み合わせ情報作成・管理機構で管理されている信号伝送経路のうち、異なる信号伝送経路を同じ信号の伝送経路として選択することにより、ブロードキャスト通信設定を行なうブロードキャスト通信設定機構をそなえていることを特徴とする、付記27記載のネットワークノード装置。

【0148】(付記32) 該組み合わせ情報作成・管理機構が、ネットワーク内の或るノード装置の削除を契機に、当該削除ノード装置を経由する信号伝送経路についての組み合わせ情報を削除するように構成されたことを特徴とする、付記27記載のネットワークノード装置。

置。

(付記33) 該組み合わせ情報作成・管理機構が、新たなノード装置のネットワークへの追加を契機に、該経路識別機構による処理を再実行させて、該組み合わせ情報を再作成するように構成されたことを特徴とする、付記27記載のネットワークノード装置。

【0149】(付記34) 付記17記載のネットワークノード装置が複数メッシュ状に接続されて成ることを特徴とする、メッシュ型ネットワーク。

【0150】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、隣接ノード間サービス品質情報の累積情報として求められるネットワークサービス品質情報を各ノードで管理しておき、これに基づいて、ネットワーク内の各ノードが、それぞれ独立して自ノードでの経路選択動作を決定するので、ネットワーク内でとりうる信号経路のうち、所望のネットワークサービス品質情報を満足する信号経路を、単複に限らず、各ノードで独立して選択することができる。従って、ネットワークに対して所望の通信サービス品質に応じた信号経路の設定制御を柔軟に実施することができ、任意の信号経路の冗長化や任意の信号経路を用いた双方向信号経路の設定など、所望の通信サービスに応じた多種多様な制御が実現できる(請求項1, 3, 9)。

【0151】ここで、上記の隣接ノード間サービス品質情報を累積しながら各ノード間で伝達し、ネットワーク内でとりうる信号経路上の隣接ノード間サービス品質情報の累積情報として求められるネットワークサービス品質情報を各ノードで管理されるべき情報として各ノード間で伝達すれば、個々のノードに対して管理すべき情報の設定を行なうといった複雑で膨大な設定作業が不要であり、オペレータ等の人的作業量が大幅に軽減される(請求項2, 4)。

【0152】なお、ネットワークを構成する各ノードは、自ノードに割り当てられた識別情報を隣接ノード装置への送信信号に付加したり、隣接ノードからの受信信号に付加された識別情報の組み合わせによりその受信信号の信号経路を識別したりできるようにすれば、受信信号からその信号経路を識別することができるので、各ノードは、異なる識別情報の組み合わせをもつ受信信号数により、自ノードまでのネットワーク内の信号経路数を簡単に把握できることになる。従って、極めて容易にネットワーク内でとりうる信号経路の検索処理が実現できる(請求項5, 6)。

【0153】そして、このように把握した経路とその経路についてのネットワークサービス品質情報との組み合わせ情報を作成・管理することで、ネットワーク内でとりうる全信号経路のうち、特定のネットワークサービス品質情報を満足する経路の検索や設定が容易になり、また、様々な形態の経路設定が可能になるので、極めて容

易に、所望の通信サービス品質に応じた経路設定・管理を実現できる（請求項 7、8）。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施形態としてのメッシュ型光通信ネットワークの構成を示すブロック図である。

【図 2】デジタルラッパー伝送方式で用いられる光チャンネルコンテナのフォーマットの一例を示す図である。

【図 3】本実施形態にかかる隣接ノード間サービス品質情報（ q ）及びネットワークサービス品質情報（ Q ）を説明するためのブロック図である。

【図 4】図 1 に示す各ノードの詳細構成例を示すブロック図である。

【図 5】図 4 に示す Q/q 管理・送出機構の詳細構成例を示すブロック図である。

【図 6】図 1 に示すメッシュ型光通信ネットワークの動作（経路品質 q の収集・決定動作）を説明するためのブロック図である。

【図 7】図 1 に示すメッシュ型光通信ネットワークにおいて経路品質 q が決定した状態の一例を表わすブロック図である。

【図 8】図 1 に示すメッシュ型光通信ネットワークの動作（冗長化設定及び回線ルート切り替え動作）を説明するためのブロック図である。

【図 9】図 1 に示すメッシュ型光通信ネットワークにおいて経路品質 q が決定した状態の一例を表わすブロック図である。

【図 10】図 1 に示すメッシュ型光通信ネットワークにおいてノードが削除された場合の構成例を示すブロック図である。

【図 11】図 1 に示すメッシュ型光通信ネットワークにノードが追加された場合の構成例を示すブロック図である。

【図 12】隣接ノード間通信の変形例を説明するためのブロック図である。

【図 13】（A）は既存のライン型 1+1 切替ネットワークを示すブロック図、（B）は（A）での障害発生時の動作を説明するためのブロック図である。

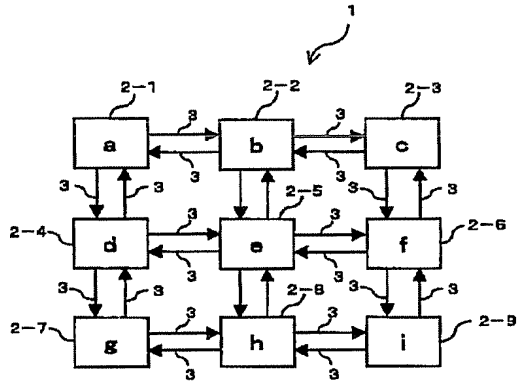
【図 14】（A）は既存のリング型ネットワーク（2F-BLSR）を示すブロック図、（B）は（A）での障害発生時の動作を説明するためのブロック図、（C）は（A）における帯域分割によるワークチャンネルとプロテクションチャンネルとの割り当て例を示す図である。

【図 15】既存のライン型 1+1 切替ネットワークとリング型ネットワークとを組み合わせる構築したメッシュ型光通信ネットワークを示すブロック図である。

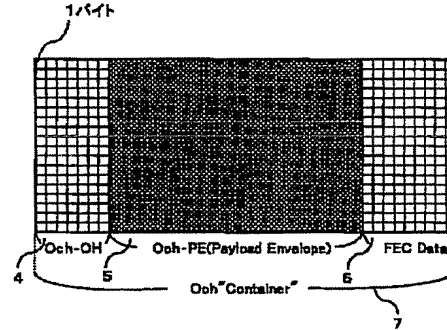
【符号の説明】

- 1 メッシュ型光通信ネットワーク
- 2-1 ~ 2-N ネットワークノード装置
- 3 物理回線（伝送路）
- 4 光チャンネルオーバーヘッド（Och-OH）部
- 5 光チャンネルペイロード [Och-PE（Payload Envelope）] 部
- 6 エラー訂正（FEC: Forward Error Correction）データ部
- 7 光チャンネルコンテナ（信号フレーム）
- 8 回線ルート
- 9 隣接ノード間（セクション）
- 10 光インタフェース部
- 11 光トランスポート部
- 12 スイッチ部
- 13 スイッチコントロール部（制御機構）
- 14 Q/q 管理・送出機構（管理機構）
- 15 ネットワーク接続状態記憶機構
- 21 Q/q 受受信機構
- 211 隣接ノード間サービス品質情報（ q ）伝達機構
- 212 ネットワークサービス品質情報（ Q ）伝達機構
- 22 Q/q 演算機構
- 221 q （隣接ノード間サービス品質情報）演算機構
- 222 Q （ネットワークサービス品質情報）演算機構
- 23 経路表作成・管理機構
- 24 経路検索・決定機構
- 25 q 収集・決定機構
- 26 q 設定機構
- 31 経路検索機構
- 311 ID 付加機構（識別情報付加機構）
- 312 ルート ID 識別機構（経路識別機構）
- 32 経路決定機構
- 321 冗長ルート回線設定機構（冗長経路設定機構）
- 322 対称型双方向ルート回線設定機構（対称型双方向通信設定機構）
- 323 非対称型双方向ルート回線設定機構（非対称型双方向通信設定機構）
- 324 ブローキャストルート回線設定機構（ブローキャスト通信設定機構）
- 33 ネットワーク構成変更通知機構
- 41 回線ルート（オリジナルルート）
- 42 予備の回線ルート（迂回ルート）
- 51 主信号チャンネル
- 52 サブチャンネル
- 110 ネットワーク構成変更検出部
- 111 フレーム組立／分解部

【図1】

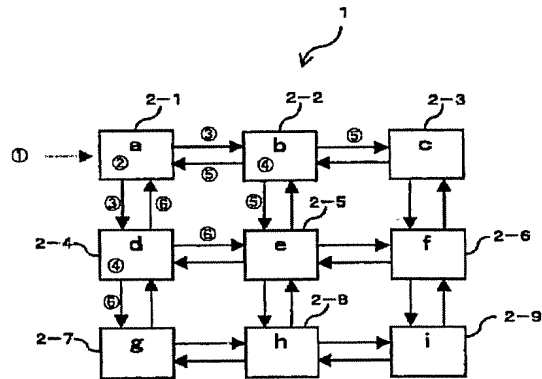
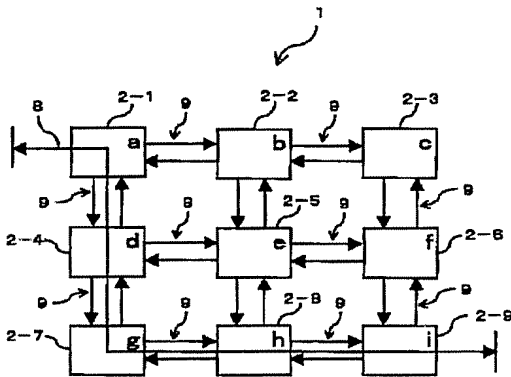


【図2】



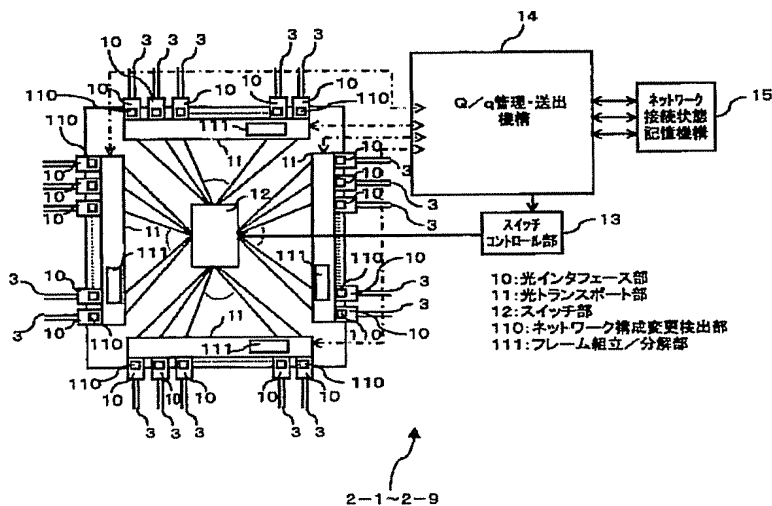
【図6】

【図3】

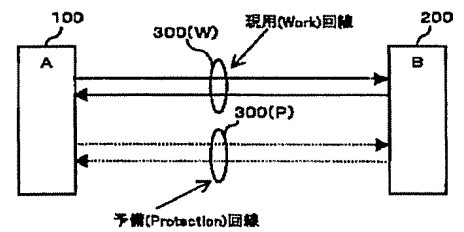


【図13】

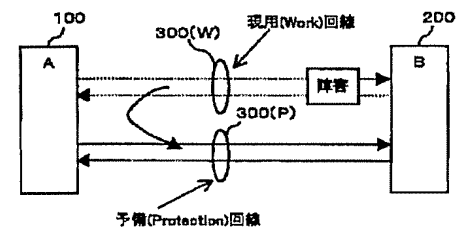
【図4】



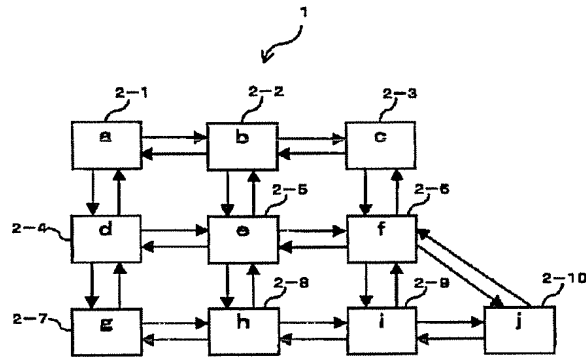
(A)



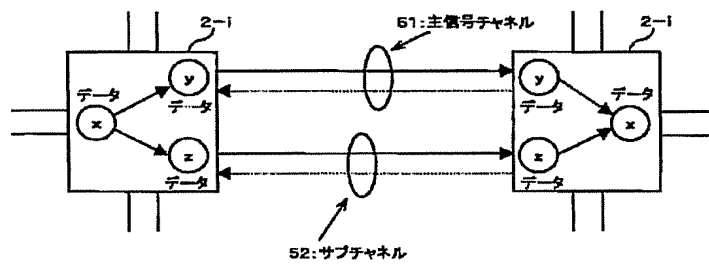
(B)



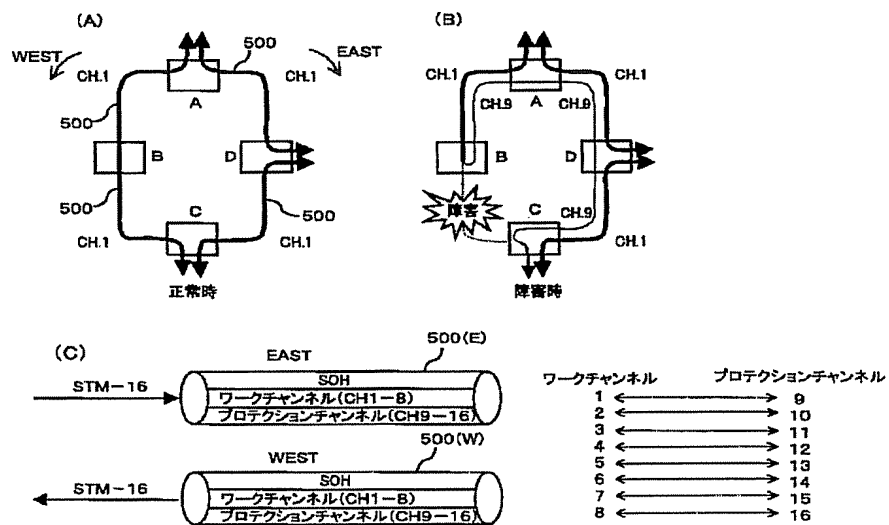
【図 11】



【図 12】



【図 14】



フロントページの続き

(72) 発明者 竹口 恒次
神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番
1 号 富士通株式会社内
(72) 発明者 カ竹 宣博
神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番
1 号 富士通株式会社内

(72) 発明者 森田 浩隆
神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番
1 号 富士通株式会社内
F ターム (参考) 5K030 GA12 HA08 HB11 JA11 JL07
JL10 KA05 KX23 KX30 LB05
LC09 MB04 MD02
5K051 AA03 CC13 FF03 FF04 FF16
HH17 LL07